

農産物の非破壊検査のためのマルチスペクトルイメージング技術の研究

著者	森下 友貴
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	87
号	1
ページ	174-175
発行年	2018-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00123489

修士学位論文要約（平成30年3月）

農産物の非破壊検査のためのマルチスペクトルイメージング技術の研究

森下 友貴

指導教員：山田 博仁， 研究指導教員：大寺 康夫

Study on Multispectral Imaging Technology for Nondestructive Inspection of Agricultural Products

Yuki MORISHITA

Supervisor: Hirohito YAMADA, Research Advisor: Yasuo OHTERA

Near infrared spectroscopy (NIRS) is being introduced in a wide range of industries as a means for measuring various internal quality information of a target in non-contact and non-destructive. Among them, imaging performance is expected to be realized at the site of agriculture for judgment of harvesting period and cultivation management. Therefore, we have worked on the development of a CCD camera integrating photonic crystal type wavelength filters. In this study, we take peach as an example and report the result of imaging the sugar content distribution from diffuse reflected light.

1. はじめに

現在、選果場における果物の収穫後・出荷前検査の場で近赤外分光法(NIRS)が多用されている。NIRSは近赤外光の透過光や拡散反射光のスペクトルに統計処理を施すことで、対象物体の様々な品質情報を引き出す計測手法である。近赤外波長域における有機物の吸光度は可視や赤外のそれに比べて小さいため、光を対象物体の表面から奥深くまで侵達させることができる。この際の拡散反射の課程で、一部の光は対象物体の分子間・原子間結合の影響で吸収される。この特性が非破壊検査に利用される。

近年、果実の糖度や硬度を樹上で測定したいという要求が高まりつつある。そこで我々は、糖度の二次元分布を可視化するカメラ型のNIRS装置の開発に取り組んでいる。計測対象として、本学の位置する東北地方特産の果物の一つである桃に着目している。糖度推定には近赤外波長で高透過率かつ高波長分解能を示す波長フィルターが求められる。加えて、日照の影響を受ける屋外での撮影を可能とするには、マルチスペクトルフィルターアレイとイメージセンサーからなるスナップショット型のカメラ構成が有望と考えられる。自己クローニング型フォトニック結晶型波長フィルター(Photonic Crystal wavelength Filter: PhCF)^{1,2)}は同一平面上に複数の透過特性を持たせることができ、急峻な立ち上がり波長を有する。そこで本論文では、PhCFを集積したCCDカメラを用いて桃の拡散反射光像を取得し、得られた画像から

糖度分布のイメージングを試みた。

2. フォトニック結晶型波長フィルター

本論文では波長850nmからCCDの感度限界波長付近である1050nmの波長域で25種類、8nm間隔にカットオフ波長が変化する長波長透過型エッジパスフィルターを並べたPhCFを使用した。ここで、ある1種類の透過特性をもつ領域をチャンネル: chと呼ぶことにする。使用したPhCFの各chの透過特性を図1に示した。このような透過特性をもつPhCFをCCDの前面に集積したカメラで桃の分光画像の撮影を行った。

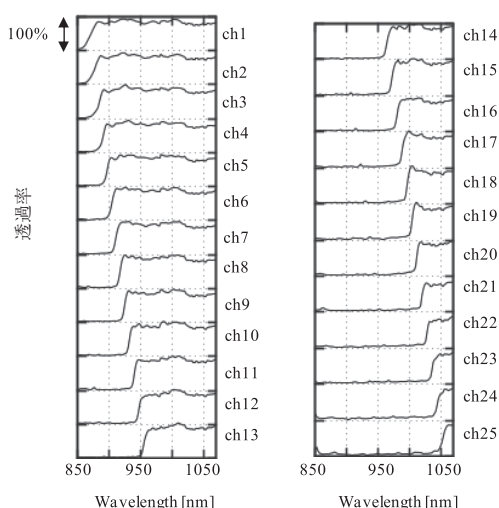


図1 使用したPhCFの透過特性

3. 桃の分光画像の撮影

図2に実験系を示した。光源に NIR-LED(Osram 製 SFH4715AS 及び SFH4725S, 中心波長はそれぞれ 860nm, 950nm)を用い、レンズで桃の赤道上の表面に集光した。桃表面でのスポット直径は 1.6mm である。中心波長 950nm の LED を用いて桃を撮影した画像の例を図3に示す。この画像は縦横 5 チャンネル, 計 25 チャンネルのパターンからなるモザイク模様の繰り返しであり、これが周期配列された 25 種類の透過特性に対応している。

4. 糖度分布イメージング

10 個の桃サンプルに対し撮影を行った。撮影は 1 個の桃に対し、赤道上等間隔の 4 か所で撮影した。撮影後、撮影した位置を含むように桃を 4 つのブロックに切断し、それぞれのブロックを絞った果汁の Brix 糖度を屈折率糖度計(ATAGO 社製 PEN-1st)によって測定した。各サンプルで取得した 25 種類の分光画像と Brix 糖度から Partial Least Square (PLS) 回帰分析を用いて、桃の Brix 糖度の推定を行った。このとき、糖度分布をイメージングするために、25 種類の ch の各パターンに対して回帰式を作成した。そして、作成した回帰式から 2 つの未知試料の桃に対して糖度分布のイメージングを行った。2 つの未知試料をそれぞれ A, B とすると、Brix 実測値は A が 9.2%, B が 14.9% であった。イメージング結果を図4に示した。どちらの結果も実測値に近い値を示す領域が見られる。このことから、概ねの糖度の違いを捉えられており、この結果から糖度分布イメージングの可能性が示されたといえる。

5. まとめ

本論文では、樹上の果物の品質の二次元分布を測定するための NIRS 装置の開発を目指し、フォトニック結晶型波長フィルターと CCD イメージセンサーから構成されるスナップショット型カメラを用いて桃の撮影を行った。25 種類の分光画像から糖度を推定するための回帰式を作成し、2 つの未知試料に対して糖度分布イメージングを試みた。その結果、概ねの糖度の違いが判別でき、このことから糖度分布イメージングの可能性を示した。

文献

- 1) Y. Ohtera et al., Jpn. J. Lightwave Technol., **25**(2), 499-503 (2007).
- 2) M. Mitsuhashi et al., Jpn. Opt. Lett., **39**(18), 5301-5304 (2014).

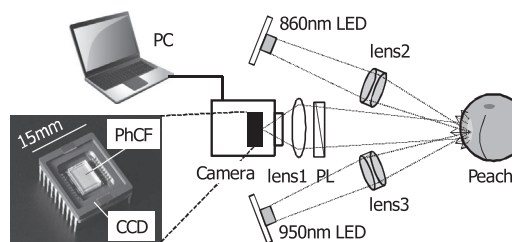


図2 測定系(PL: 偏光子)

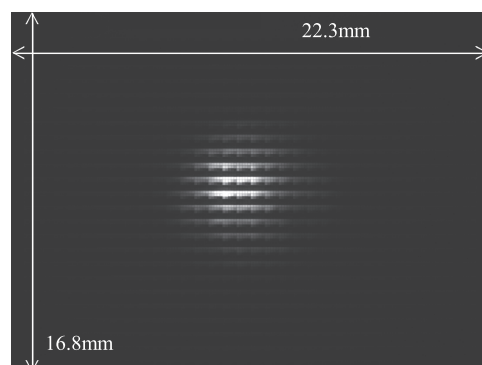


図3 撮影した画像の例

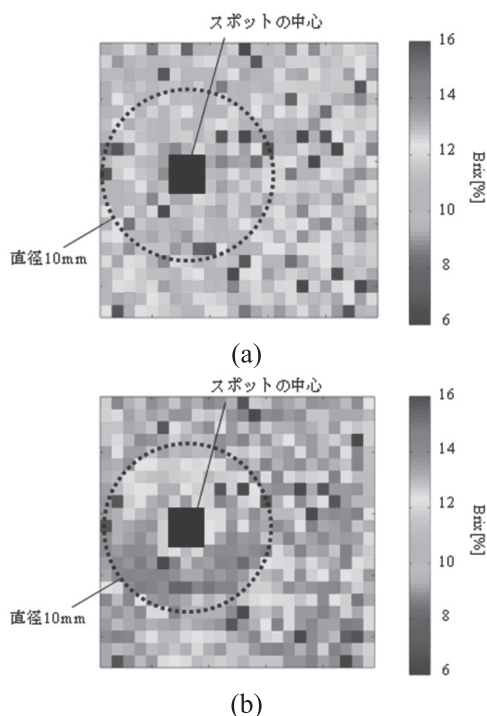


図4 未知試料の桃のイメージング結果
(a) 未知試料 A, (b) 未知試料 B